

51

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Int. Cl.:

H 01 r

H 05 k

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 21 c, 20

10

11

21

22

43

Offenlegungsschrift 1814 805

Aktenzeichen: P 18 14 805.5

Anmeldetag: 14. Dezember 1968

Offenlegungstag: 1. Oktober 1970

Ausstellungspriorität: —

54

Unionspriorität

55

Datum: —

56

Land: —

57

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung:

Elektrische Querverbindung zwischen zwei oder mehreren
Leiberebenen von gedruckten Schaltungen

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder:

Standard Elektrik Lorenz AG, 7000 Stuttgart-Zuffenhausen

Vertreter: —

72

Als Erfinder benannt:

Duhm, Jürgen, 7000 Stuttgart-Bad Cannstatt

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

DT 1814805

J. Duhm - 5

Elektrische Querverbindung zwischen zwei oder mehreren
Leiterebenen von gedruckten Schaltungen.

Die Erfindung betrifft eine elektrische Querverbindung
zwischen zwei oder mehreren Leiterebenen von auf Isolier-
stoffplatten oder Folien aufgetragenen gedruckten Schal-
tungen.

- 5 Durch die hohe Packungsdichte in den heutigen Geräten der
Elektronik werden als Träger der Verdrahtung Isolierstoff-
platten mit beidseitig aufgetragener gedruckter Schaltung
oder mehrere Lagen von Isolierstoffplatten mit gedruckten
Schaltungen benutzt. Es ergibt sich hieraus die Aufgabe,
10 eine günstige Durchverbindung zwischen den einzelnen Lei-
terebenen an gewünschten Stellen zu schaffen.

- Bei Isolierstoffplatten mit Leiterbahnen auf beiden Seiten
ist vorgeschlagen worden, an den gewünschten Verbindungs-
punkten Löcher anzubringen, in diese Löcher Niete oder
15 Stifte einzusetzen und diese Niete oder Stifte auf beiden
Seiten der Isolierstoffplatte mit den Leiterbahnen zu ver-
löten. Den Nachteil dieses zusätzlichen Bauelementes und
seine schwierige Anbringung suchte man bei einer anderen
Durchverbindungsart dadurch zu vermeiden, dass in die
20 Löcher an den gewünschten Verbindungsstellen nietartige
Gebilde eingesetzt wurden, bei denen beim Löten der einen
Seite Zinn bis zur anderen Seite aufsteigt und nach dem Er-
starren eine Durchverbindung bildet.

11.11.1968 Wr/Wa

./.

009840/0479

Um die Nachteile der Durchverbindungsarten mit zusätzlichem Bauteil, schwierige Anbringung, hohe Kosten, zu vermeiden, ist vorgeschlagen worden, die Durchverbindungen durch galvanische Niederschläge auf die Lochwandungen der benötigten
5 Löcher an den Verbindungspunkten zu erreichen. Es zeigte sich, dass oftmals nur eine unsichere Durchkontaktierung erzielt wurde und dass hohe Kosten entstehen.

Bei mehrlagigen gedruckten Schaltungen ist es bekannt, die elektrischen Querverbindungen mittels leitender Stifte
10 vorzunehmen. Diese Stifte oder auch die Anschlussdrähte von eingesetzten Bauteilen sind an den Rändern in Kerben oder in Löchern der Schaltungsplatten geführt. Die Stifte oder Anschlussdrähte können in den Löchern lose sitzen und nur an den Verbindungsstellen mit den betreffenden Leiterbah-
15 nen verlötet sein, sie können aber auch eingepresst sein und durch die Klemmung mit den Leiterbahnen die gewünschte Verbindung herstellen.

Der Nachteil dieser Verbindungsart ist das zusätzliche Bauelement, die genaue Ausrichtung aller übereinanderliegender
20 Löcher und der unterschiedliche Durchmesser der Löcher.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die oben angeführten Nachteile zu vermeiden und eine elektrische Querverbindung zwischen zwei und mehrlagigen Leiterebenen von gedruckten Schaltungen zu schaffen, die einen sicheren
25 Kontakt gewährleistet und ohne zusätzliche Bauelemente auskommt. Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass mindestens eine Kupferfolie im Bereich des Loches, in dem die elektrische Quer- oder Durchverbindung geschieht, Lappen aufweist und diese Lappen im Lochbereich durchge-
30 zogen oder auf die nächste Leiterebene umgelegt sind und nach dem Löten der gedruckten Schaltung das Lot die elektrische Verbindung zwischen den Leiterebenen herstellt.

./.

Hierdurch wird eine wirtschaftliche und sichere elektrische Verbindung zwischen mehreren Leiterebenen von gedruckten Schaltungen erreicht. Die elektrische Querverbindung benötigt kein zusätzliches Bauelement und es ist gleich, ob im
5 Durchverbindungsloch ein Anschlußstift von Bauelementen eingesetzt ist oder nicht.

Zur Ausgestaltung der Erfindung dient es, wenn die Kupferfolien nur an drei Seiten ausgeschnitten sind und die entstandenen Zungen einseitig auf die in Richtung Lötseite
10 nächsten Leiterebenen umgelegt sind. Dadurch ergibt sich eine Arbeitsvereinfachung, weil die Lappen nur nach einer Seite umgelegt werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die Leiterfolien nur ausgeschnitten, so dass beim Bestücken
15 die Anschlußstifte der Bauelemente die Lappen auseinanderdrücken. Es ergibt sich daraus eine gewisse Selbsthaltung der Bauelemente in der Zeit vom Bestücken bis zum Lötvorgang.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Isolierstoffplatten
20 mit den gedruckten Schaltungen zur Erhöhung der Steifigkeit auf eine dicke Trägerplatte aufgebracht sind. Die Verbindung kann dabei durch einen Kleber oder durch die Lappen der Durchverbindung erfolgen.

Auch ist es möglich, dass bei der Verwendung von Leiterfolien die Lappen der Durchverbindung schon vor dem Verkleben mit den Trägerplatten umgelegt und durch Löten oder
25 Schweissen fixiert sind.

Weitere Vorteile der Erfindung sind auch aus der Beschreibung ersichtlich. In den Zeichnungen zu der Beschreibung zeigt:
30

./.

- Fig. 1a bis e die Durchverbindung bei einseitig kaschierten Platten als Ausgangsmaterial;
Fig. 2 die Durchverbindung nach Fig. 1 mit eingesetztem Bauelement;
5 Fig. 3 die Durchverbindung nach Fig. 1 ohne Bauelement;
Fig. 4a bis c eine Variante der Durchverbindung nach Fig. 1;
Fig. 5a, b eine Durchverbindung mit einseitig abgebogenem Lappen;
10 Fig. 6a bis c eine Durchverbindung bei unkaschierten Platten als Ausgangsmaterial;
Fig. 7 und 8 die Durchverbindung bei mehrlagigen Isolierstoffplatten;
Fig. 9 und 10 eine Durchverbindung bei zweiseitig kaschierten Leiterfolien;
15 Fig. 11, 12, 13 eine Variante der Durchverbindung bei Leiterfolien;
Fig. 14, 15, 16 Durchverbindungen bei mehrlagigen Leiterfolien;
20 Fig. 17a, b eine Durchverbindung mit gleichzeitiger Anpassung an den Bauelementenanschluss;
Fig. 18 Leiterfolien auf festen Stiftreihen;
Fig. 19 eine Durchverbindung bei mehrlagigen Leiterfolien mit gleichzeitiger Anpassung an den Bauelementenanschluss.
25

- In Fig. 1 ist dargestellt, wie bei einer einseitig kaschierten Leiterplatte 1 eine zweite Kaschierung aufgebracht und die Durchverbindung hergestellt wird. Nach dem Lochen der einseitig kaschierten Leiterplatte 1, und eventuellem
30 Aufrauen der Oberfläche 3 und Runden der Lochkanten, wird eine mit einer Klebeschicht 4 versehene Kupferfolie 2 unter Einwirkung von Druck und Temperatur auf die vorbehandelte Oberfläche 3 aufgebracht (Fig. 1b). Diese nun zweiseitig kaschierte Leiterplatte 1 wird durch bekannte Verfahren auf
35 beiden Seiten bedruckt bzw. fotochemisch behandelt und das

./.

gewünschte Leiterbild herausgeätzt (Fig. 1c). Die Klebeschicht 4 auf der dem Loch 5 zugewandten Seite der nachträglich aufgebrauchten Kupferfolie 2 wirkt als Ätzresist. Geformte Lochnadeln drücken die Kupferfolie 2 im Bereich des Loches 5 in Richtung der späteren Lötseite durch (Fig. 1d). Die dabei entstehenden Lappen 6 werden auf das Lötauge der ersten Kaschierung auf der Unterseite der Leiterplatte 1 umgelegt (Fig. 1e). Beim nachfolgenden Lötvorgang wird die elektrische Verbindung zwischen den beiden Leiterebenen hergestellt.

In Fig. 2 ist eine Leiterplatte 1 mit eingelötetem Bauelement gezeigt, die zur Versteifung auf eine Trägerplatte 7 aufgeklebt wurde. In der linken Hälfte der Figur ist der Lappen 6 nicht umgelegt, im Gegensatz zur rechten Figurenseite. Das Lot 9 verbindet das Bauelement 8 mit den beiden Leiterebenen und diese untereinander.

Fig. 3 zeigt eine Durchverbindung ohne eingesetztes Bauelement, links mit offen gebliebenem Loch 5, rechts mit Lot 9 geschlossenes Loch 5.

In Fig. 4 ist eine Abwandlung der Durchverbindung gezeigt. Eine dicke Trägerplatte 10, die gleichzeitig als Versteifungsplatte dient, wird gelocht, mit einer Kupferfolie versehen und das gewünschte Leiterbild 11 aufgebracht. Auf diese Trägerplatte 10 wird eine dünne, einseitig mit einem Leiterbild versehene und gelochte Leiterplatte 12 geklebt. Der Kleber kann entweder aus einer Klebefolie oder aus einem auf die nicht kaschierte Seite der Leiterplatte 12 aufgebrauchten Klebefilm 13 bestehen (Fig. 4b). Wie schon beschrieben, wird nun die auf die Isolierstoffplatte 10 aufgebrauchte Kupferfolie durchgedrückt und die entstandenen Lappen 14 umgelegt. Es ist auch möglich, dass die mechanische Verbindung zwischen der Trägerplatte 10 und der Leiterplatte 12 durch die umgelegten Lappen 14 anstatt eines Klebers erfolgt.

./.

009840/0479

Fig. 5 zeigt eine Durchverbindung nach der in Fig. 2 beschriebenen Art. Hierbei ist die nachträglich aufgebraachte Kupferfolie im Lochbereich nur an drei Seiten angeschnitten, so dass eine Zunge 15 entsteht, die einseitig umgelegt ist.

In Fig. 6 ist die Herstellung einer Durchverbindung zwischen zwei Leiterebenen bei unkaschiertem Ausgangsmaterial gezeigt. Eine unkaschierte Isolierstoffplatte 16 wird auf einer Seite mit einer Kupferfolie 17 laminiert und diese nach dem Verkleben mit zu den Löchern 18 in der Isolierstoffplatte 16 konzentrisch verlaufenden kleineren Löchern 19 versehen (Fig. 6a). Danach wird die Kaschierung der zweiten Seite erstellt und das gewünschte Leiterbild auf beiden Seiten erzeugt, wobei die Klebeschichten 20 wieder als Ätzesist wirken (Fig. 6b). Anschliessend werden die Kaschierungen durch Lochnadeln ausgeformt (Fig. 6c rechte Seite) und die entstandenen Lappen 21 umgelegt (Fig. 6c linke Seite). Beim nachfolgenden Lötvorgang werden die beiden Leiterebenen und ein eventuell eingestecktes Bauelement miteinander verbunden.

Die Anwendung der Durchverbindung bei mehrlagigen Leiterplatten ist in den Fig. 7 und 8 dargestellt. Eine gelochte Isolierstoffplatte 22 wird nachträglich einseitig mit einer Kupferfolie versehen und das gewünschte Leiterbild 23 nach bekannten Verfahren erzeugt. Die zweite Seite der Isolierstoffplatte 22 wird nun mit einem Klebefilm versehen (Fig. 7a). Die so hergestellten Leiterplatten werden in der gewünschten Anzahl (im Beispiel vier) aufeinandergeklebt. Dabei kann die unterste Isolierstoffplatte 22 beidseitig mit einem Leiterbild versehen sein (Fig. 7b). Danach werden die Kupferfolien im Bereich der Löcher in schon beschriebener Weise durch Lochnadeln zu Lappen 25 ausgeformt und in Richtung der späteren Lötseite umgebogen, die Mehrlagen-
./.

- schaltung bestückt und verlötet (Fig. 7c, links mit, rechts ohne Bauelement). Das Lot 26 verbindet die einzelnen Leiterebenen und das Bauelement 27 miteinander. Wenn in eines der Durchverbindungs Löcher kein Bauelement
- 5 eingesetzt wird, kann, wenn es nötig erscheint, in das Loch ein kurzer federnder Hohlstift eingefügt werden. Der Hohlstift kann mit einem höher schmelzendem Lot plattiert sein und beispielsweise durch Widerstandserwärmung mit den Kaschierungen verlötet werden.
- 10 Sollen in einer Mehrlagenschaltung vorgelochte zweiseitig kaschierte Leiterplatten 28 verwendet werden, dann ist, wie in Fig. 8 gezeigt, zwischen den einzelnen Leiterplatten 28 die Klebeschicht zu einer Klebe- und Isolierschicht 29 zu erweitern. Die elektrische Durchverbindung geschieht
- 15 auch hier durch die schon beschriebenen Lappen 30 nach dem Lötvorgang.

- Sollen nicht alle Ebenen der Mehrlagenschaltungen elektrisch untereinander verbunden werden, so werden die entsprechenden Leiterbahnen nicht bis an die Löcher, in denen die
- 20 Durchverbindung geschieht, geführt.

- Anstatt der Isolierstoffplatten mit Kupferkaschierungen können auch beidseitig kaschierte Leiterfolien verwendet werden. In Fig. 9 und 10 sind derartige Leiterfolien 34 auf gelochte Trägerplatten 31, die aus billigem Isolier-
- 25 material bestehen können, beispielsweise durch Kleben, aufgebracht. Die Klebeschicht 32 kann die Form einer entsprechend der Trägerplatte 31 gelochten Klebefolie haben oder aber schon als Klebefilm auf der Trägerplatte 31 aufgebracht sein. Nach dem Verkleben werden in einem Lochwerk-
- 30 zeug, das mit entsprechend geformten Lochnadeln bestückt ist, Lappen 37 in der gezeichneten Weise in Richtung der Lötseite herausgedrückt. In Fig. 9 ist ein Lötauge 33

./.

mit drei und in Fig. 10 mit vier Lappen 37 gezeichnet. Die elektrische Verbindung zwischen den Leiterebenen und dem Bauelement 35 wird durch das Lot 36 hergestellt, das, begünstigt durch die vorteilhafte Anpassung des Durchbruches an den Bauelementanschlussquerschnitt und die entstehenden Kapillaren, alle drei zu verbindenden Komponenten zu umfliessen vermag. In Fig. 10 ist die Durchverbindung links ohne und rechts mit Bauelement dargestellt.

Da die Durchbrüche erst nach dem Verkleben hergestellt werden, wirken sich Ungenauigkeiten zwischen den Leiter- bzw. Lochbildern der beiden Lagen weniger aus. Auch eventuell hervorquellender Kleber wirkt weitaus weniger hindernd. Dadurch, dass das Loch 38 in der Trägerplatte 31 grösser und das Loch in der Leiterfolie kleiner ist als der Bauelementenanschlussquerschnitt, ist ein leichtes Bestücken und eine gewisse Selbsthalterung der Bauelemente bis zum Lötvorgang gewährleistet.

Wie schon in Fig. 5 beschrieben, ist auch in Fig. 11 gezeigt, wie bei Verwendung von Leiterfolien 34, die auf Trägerplatten 31 durch eine Klebeschicht 32 aufgebracht sind, die Folien nur an drei Seiten ausgeschnitten sind und die dabei entstehende Zunge 37 einseitig auf die Lötseite der Leiterfolie 34 umgelegt ist. Das Lot 36 bewirkt die elektrische Verbindung zwischen dem Bauelement 35 und den Leiterebenen. In Fig. 12 ist die gleiche Durchverbindung wie in Fig. 11 ohne eingesetztes Bauelement gezeigt. Es ist auch möglich, die Leiterfolien ohne Trägerplatte zu verwenden, wenn genügend haltende Stifte von Bauelementen vorhanden sind (Fig. 13).

In Fig. 14 bis 16 sind Durchverbindungen bei mehrlagigen Leiterfolien dargestellt. Eine zweiseitig kaschierte Leiterfolie 39 und eine einseitig kaschierte Leiterfolie 40

./.

sind zusammen auf eine Trägerplatte 31 aufgebracht. Das Lot 36 übernimmt zwischen den einzelnen Leiterfolien und dem Bauelement 35 die elektrische Verbindung. Die Lappen bzw. Zungen 37 können umgelegt oder zur Halterung der Bauelemente nur durchgedrückt sein (Fig. 14, 15). Zwei zweiseitig kaschierte Leiterfolien 39 sind, Fig. 16, durch eine Klebe- und Isolierschicht 41 verbunden. Da in der gezeigten Durchverbindung kein Bauelement eingesetzt ist, sind die ausgeformten Lappen umgelegt und die Leiterebenen werden durch das Lot 36 miteinander verbunden.

Werden unterschiedliche Querschnitte von Bauelementenanschlüssen verwendet, so ist es vorteilhaft, wenn die Leiterfolien 43 im Bereich der Lötäugen 42 nur eingeschnitten sind (Fig. 17a). Je nach Durchmesser der Anschlußstifte 44 der Bauelemente werden nun die entstandenen Lappen mehr oder weniger auseinandergedrückt (Fig. 17b). Dadurch wird eine gute Anpassung an die Anschlußstifte und eine gute Kontaktgabe erreicht. Diese Art der Durchverbindung bei zweiseitig kaschierten Leiterfolien ohne Trägerplatte kann beispielsweise, wie in Fig. 18 dargestellt, zur Verdrahtung bei festen Stiftreihen dienen. Es ist möglich, dass die angespitzten Stifte 45 der Stiftleiste 46 in der Leiterfolie 47 sich ihren eigenen Durchbruch schaffen.

In Fig. 19 ist noch einmal die Anpassung der Durchverbindung bei einer Mehrlagenschaltung gezeigt. Auf eine Trägerplatte 48 sind zwei durch eine Klebeschicht 49 isolierte beidseitig kaschierte Leiterfolien 50 aufgebracht. In der gezeigten Weise werden im Bereich der Lötäugen 51 Lappen ausgeformt. Beim Bestücken weiten die Anschlußstifte 52 der Bauelemente die Lappen entsprechend auf. Das Lot 53 stellt die elektrische Verbindung zwischen den Lötäugen 51 der vier Leiterebenen und dem Bauelementenanschluss her.

./.

Bei Durchverbindungen von Leiterfolien mit umgelegten Lappen können diese auch schon vor dem Verkleben umgelegt werden und durch Löten oder Schweissen fixiert werden. Die Löcher in den Trägerplatten und Folien
5 können auch durch bekannte Verfahren der Ätztechnik erstellt werden.

6 Patentansprüche
15 Blatt Zeichnungen, 19 Fig.

./.

009840/0479

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Elektrische Querverbindung zwischen zwei oder mehreren Leiterebenen von auf Isolierstoffplatten oder Folien aufgetragenen gedruckten Schaltungen, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kupferfolie (2, 17) im Bereich des Loches (5, 18, 38), in dem die elektrische Quer- oder Durchverbindung geschieht, Lappen (6) aufweist und diese Lappen (6, 14, 21, 25, 30, 37) im Lochbereich durchgezogen oder auf die nächste Leiterebene umgelegt sind und nach dem Löten der gedruckten Schaltung das Lot (9, 26, 36, 53) die elektrische Verbindung zwischen den Leiterebenen herstellt.
2. Elektrische Querverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupferfolien nur an drei Seiten ausgeschnitten sind und die entstandenen Zungen (15, 37) einseitig auf die in Richtung Lötseite nächsten Leiterebenen umgelegt sind.
3. Elektrische Querverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterfolien (43, 50) im Bereich der Lötungen (42, 51) nur eingeschnitten sind und die Anschlußstifte (44) der Bauelemente die Lappen auseinanderdrücken und somit eine Selbsthalterung der Bauelemente erfolgt.
4. Elektrische Querverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolierstoffplatten (1, 12) mit den gedruckten Schaltungen zur Erhöhung der Steifigkeit auf eine dicke Trägerplatte (7, 10) aufgebracht sind.

11.11.1968 Wr/Wa

./.

009840/0479

5. Elektrische Querverbindung nach Anspruch 1 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung der Isolierstoffplatten (1, 12) mit den Trägerplatten (7, 10) durch einen Kleber oder durch die Lappen der Durchverbindung geschieht.
6. Elektrische Querverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Verwendung von Leiterfolien die Lappen der Durchverbindung schon vor dem Verkleben mit den Trägerplatten umgelegt und durch Löten oder Schweissen fixiert sind.

./.

009840/0479

Liste der verwendeten Bezugszeichen

1	Leiterplatte	28	Leiterplatte
2	Kupferfolie	29	Klebe- und Isolierschicht
3	Oberfläche	30	Lappen
4	Klebeschicht	31	Trägerplatte
5	Loch	32	Klebeschicht
6	Lappen	33	Lötauge
7	Trägerplatte	34	Leiterfolie
8	Bauelement	35	Bauelement
9	Lot	36	Lot
10	Trägerplatte	37	Zunge
11	Leiterbild	38	Loch
12	Leiterplatte	39	Leiterfolie
13	Klebefilm	40	Leiterfolie
14	Lappen	41	Klebe- und Isolierschicht
15	Zunge	42	Lötauge
16	Isolierstoffplatte	43	Leiterfolie
17	Kupferfolie	44	Anschlußstift
18	Loch	45	Stift
19	Loch	46	Stiftleiste
20	Klebeschicht	47	Leiterfolie
21	Lappen	48	Trägerplatte
22	Isolierstoffplatte	49	Klebeschicht
23	Leiterbild	50	Leiterfolie
24	Klebefilm	51	Lötauge
25	Lappen	52	Anschlußstift
26	Lot	53	Lot
27	Bauelement		

14
Leerseite

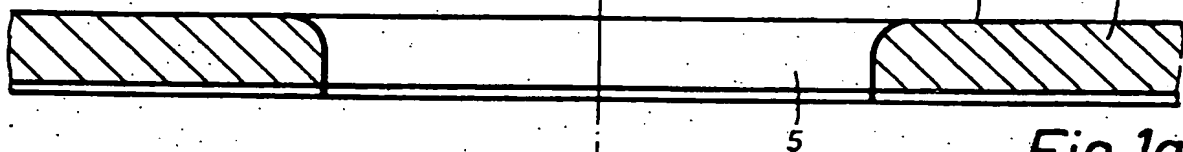


Fig. 1a



Fig. 1b

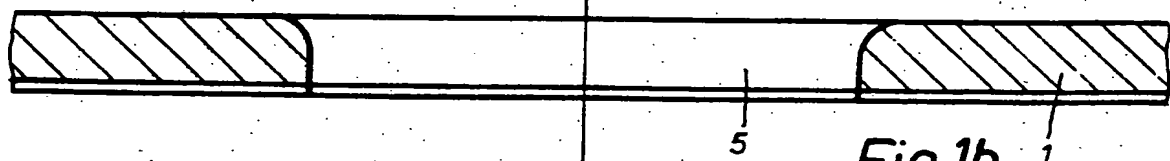


Fig. 1c

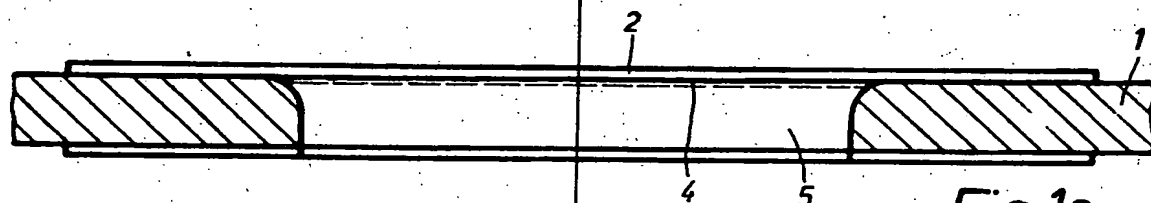


Fig. 1d

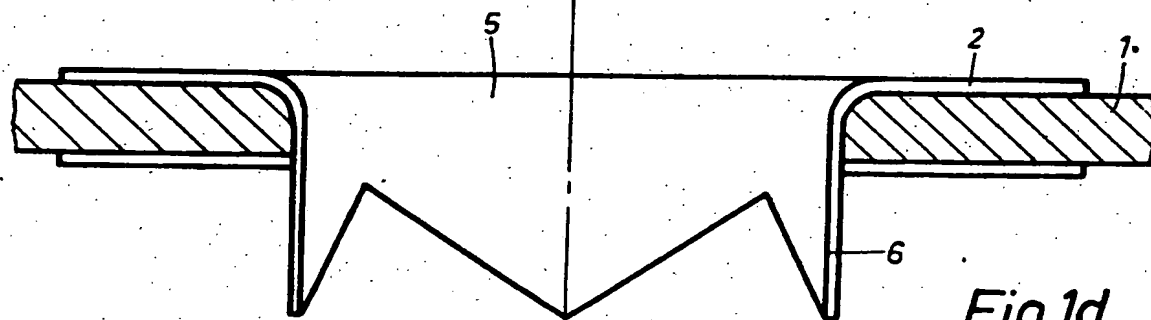


Fig. 1e

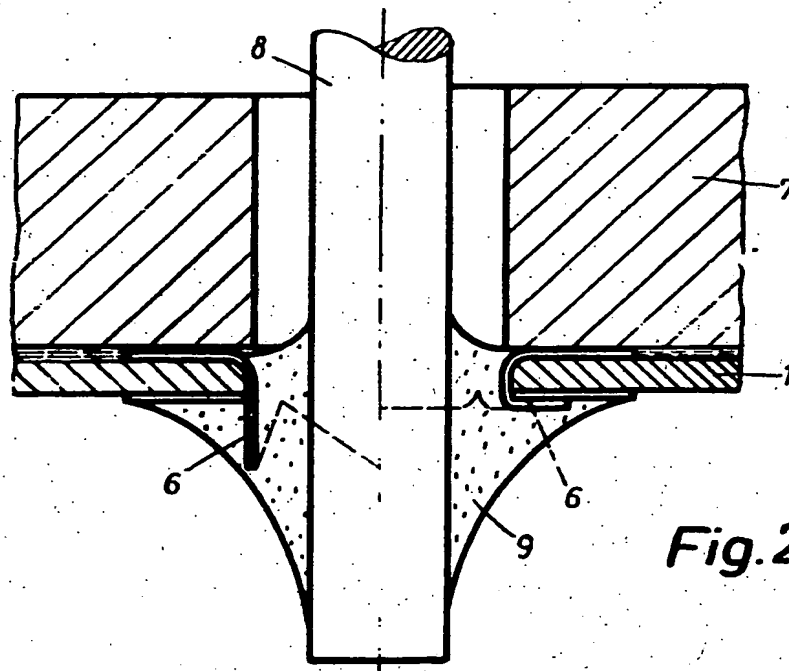


Fig. 2

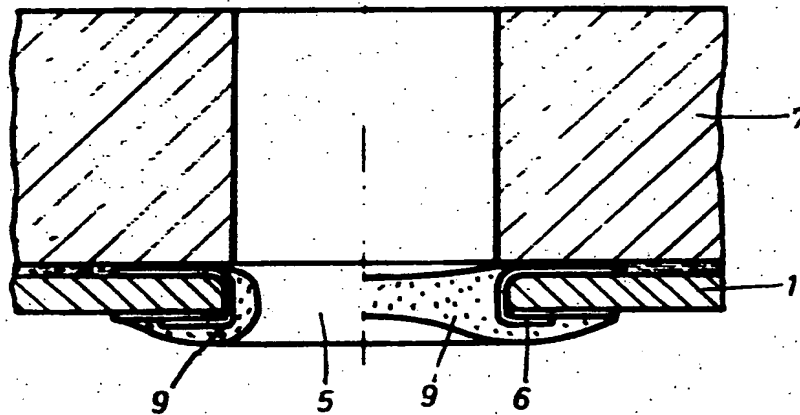


Fig. 3

16

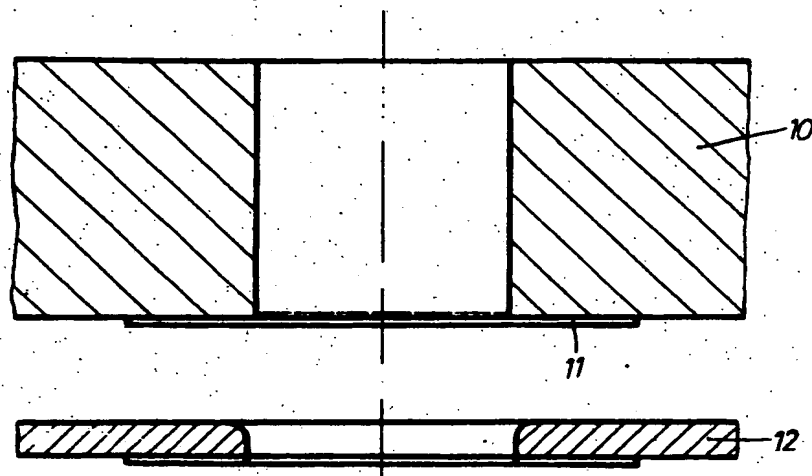


Fig.4a

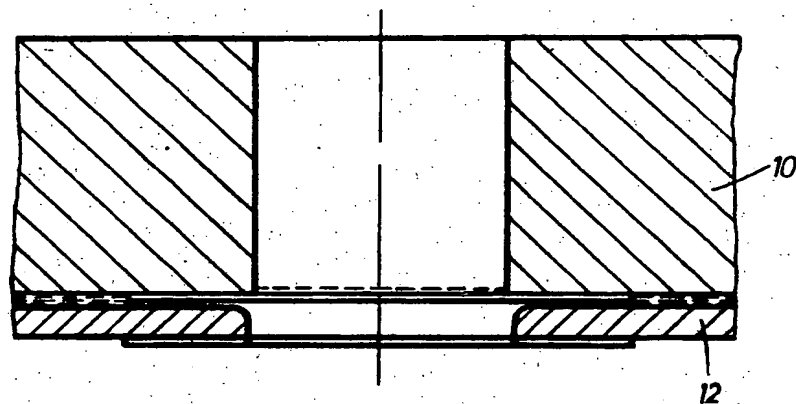


Fig.4b

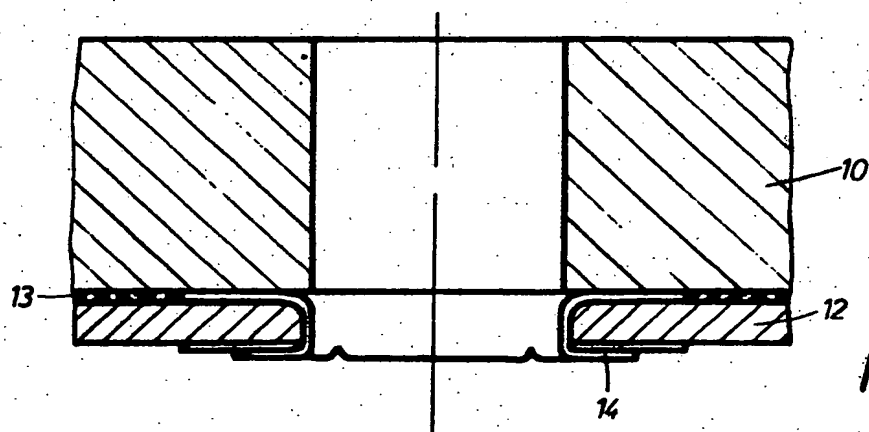
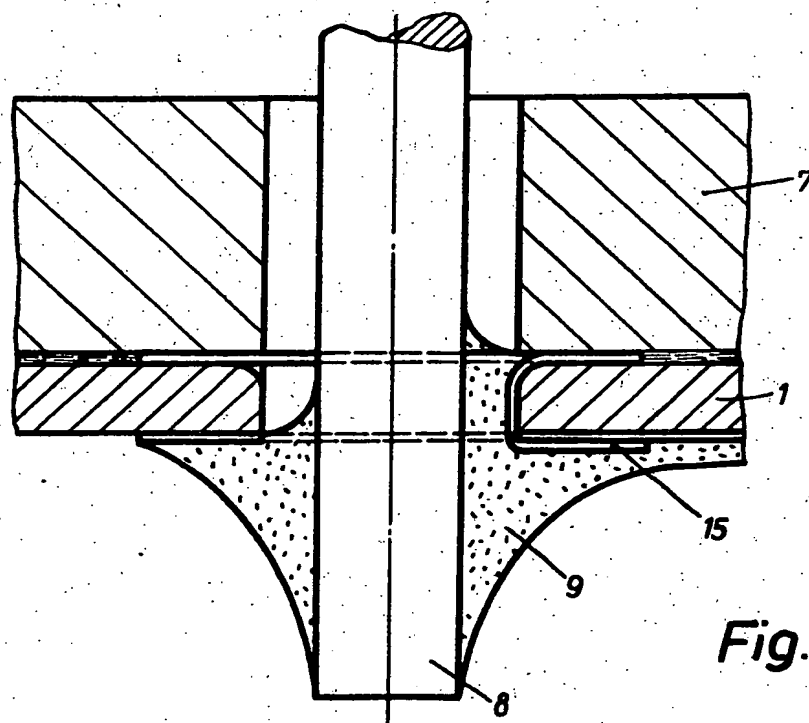
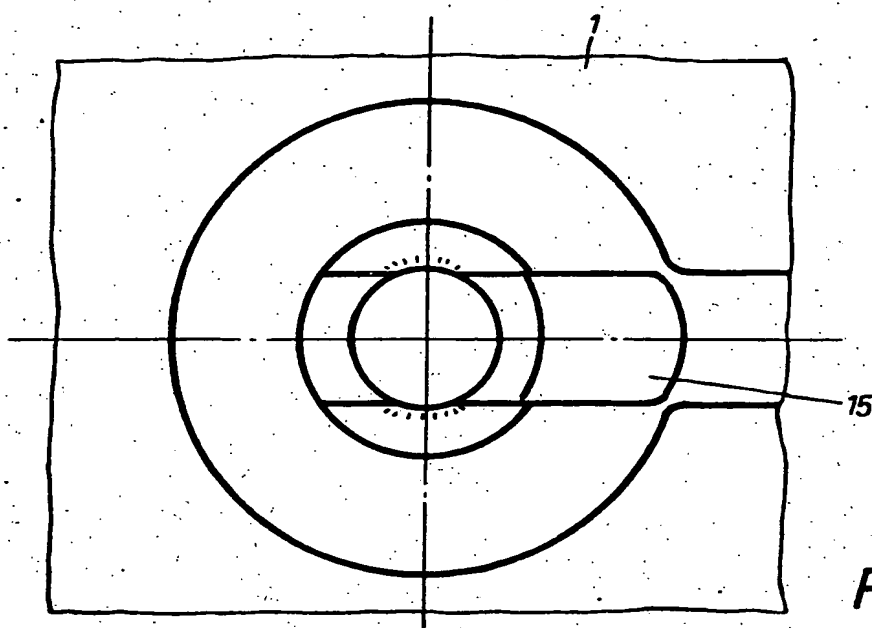


Fig.4c

17



18

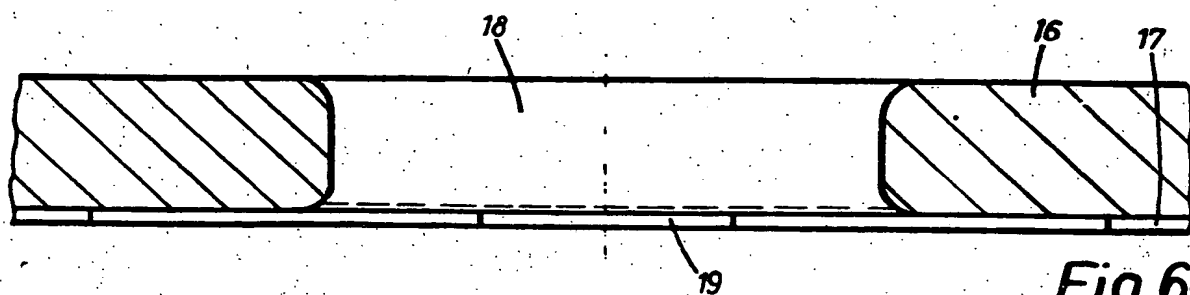


Fig. 6a

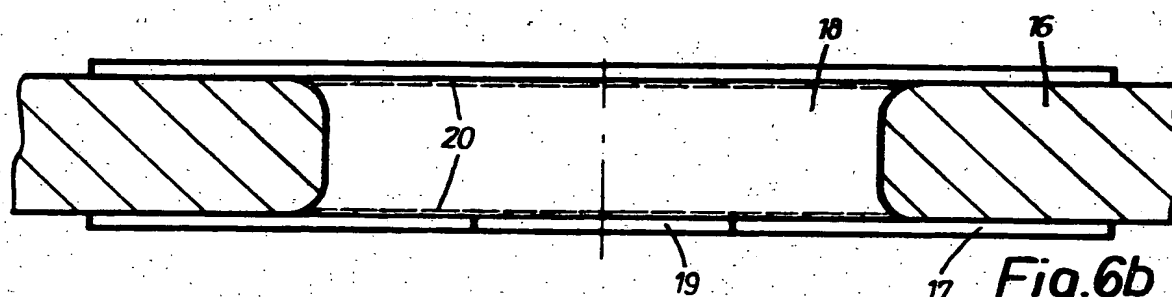


Fig. 6b

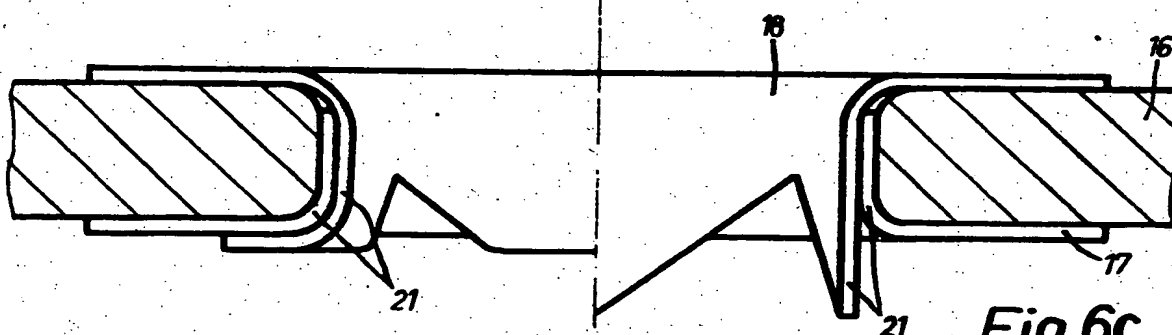


Fig. 6c

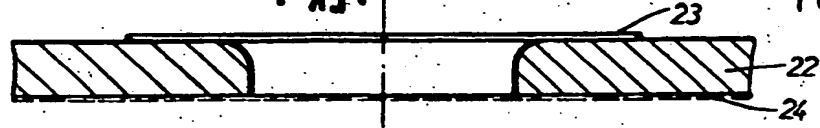


Fig. 7a

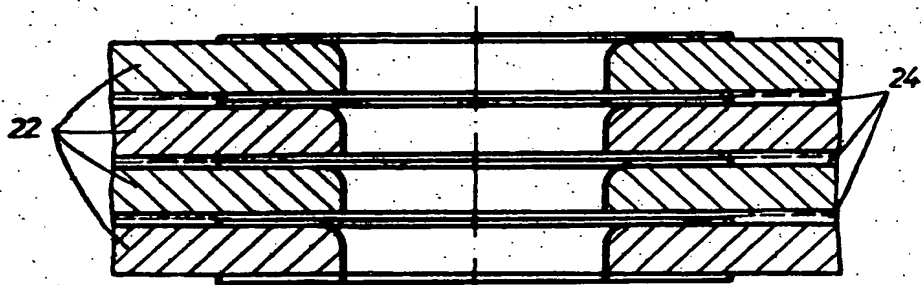


Fig. 7b

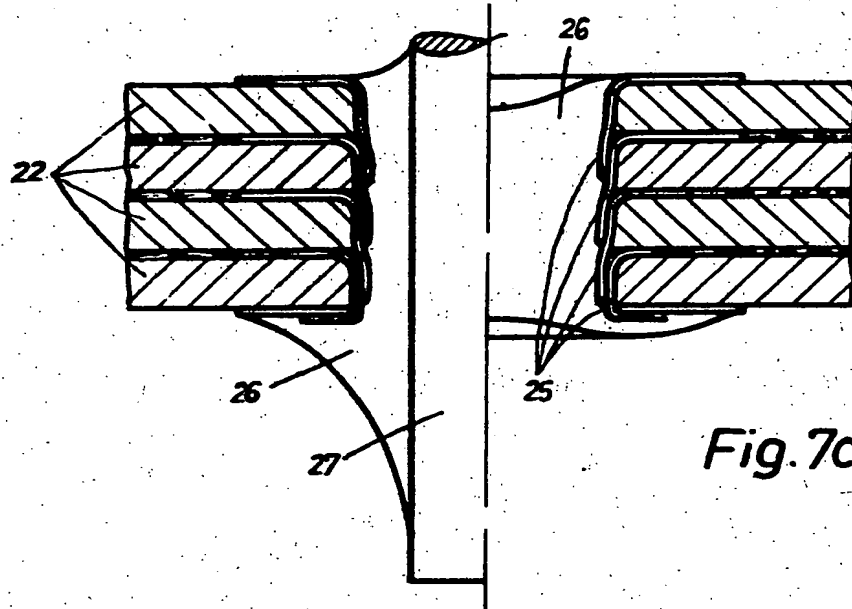


Fig. 7c

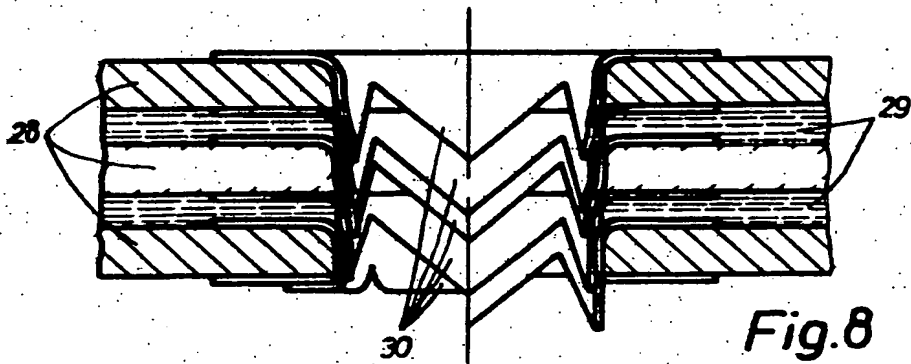
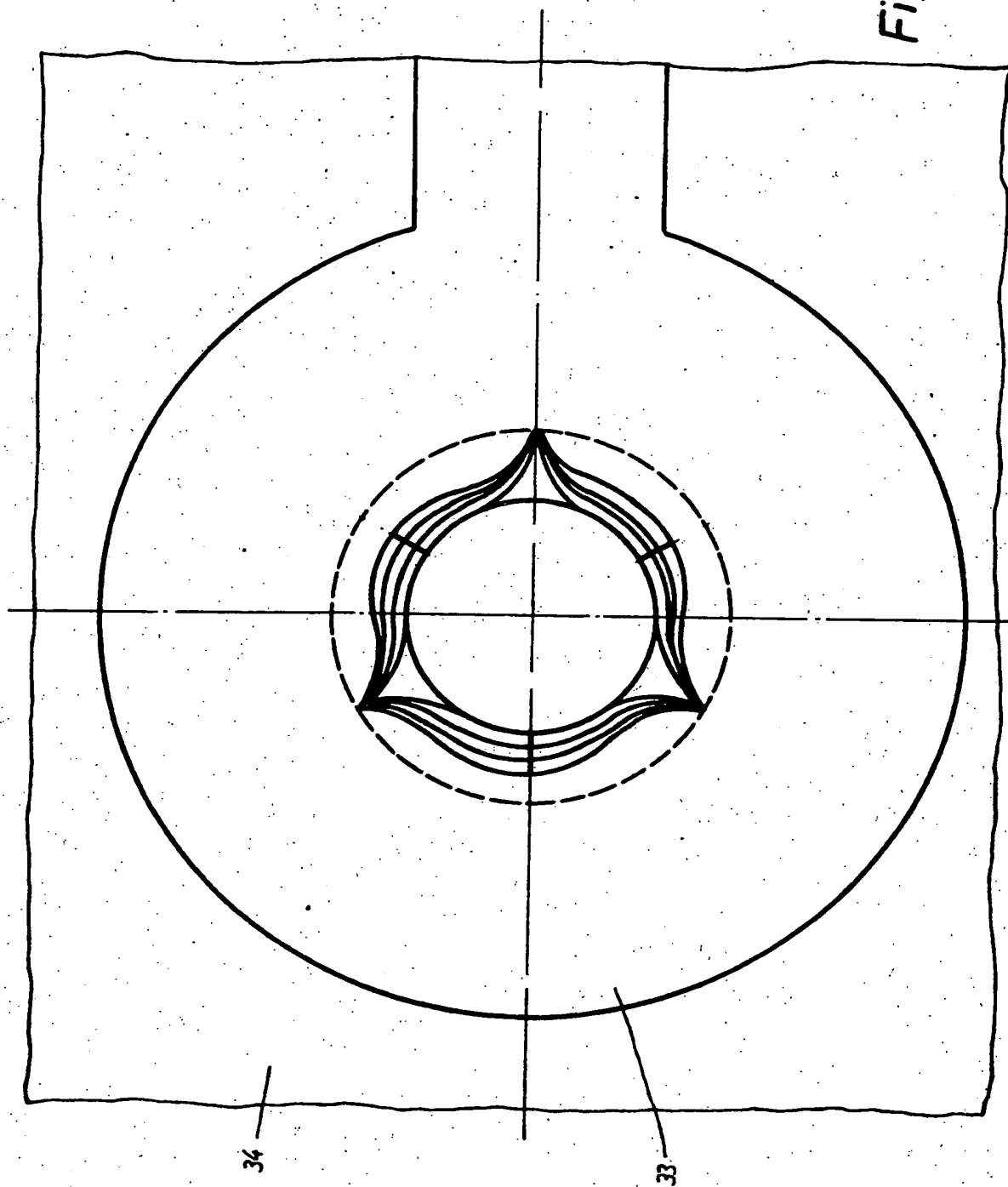
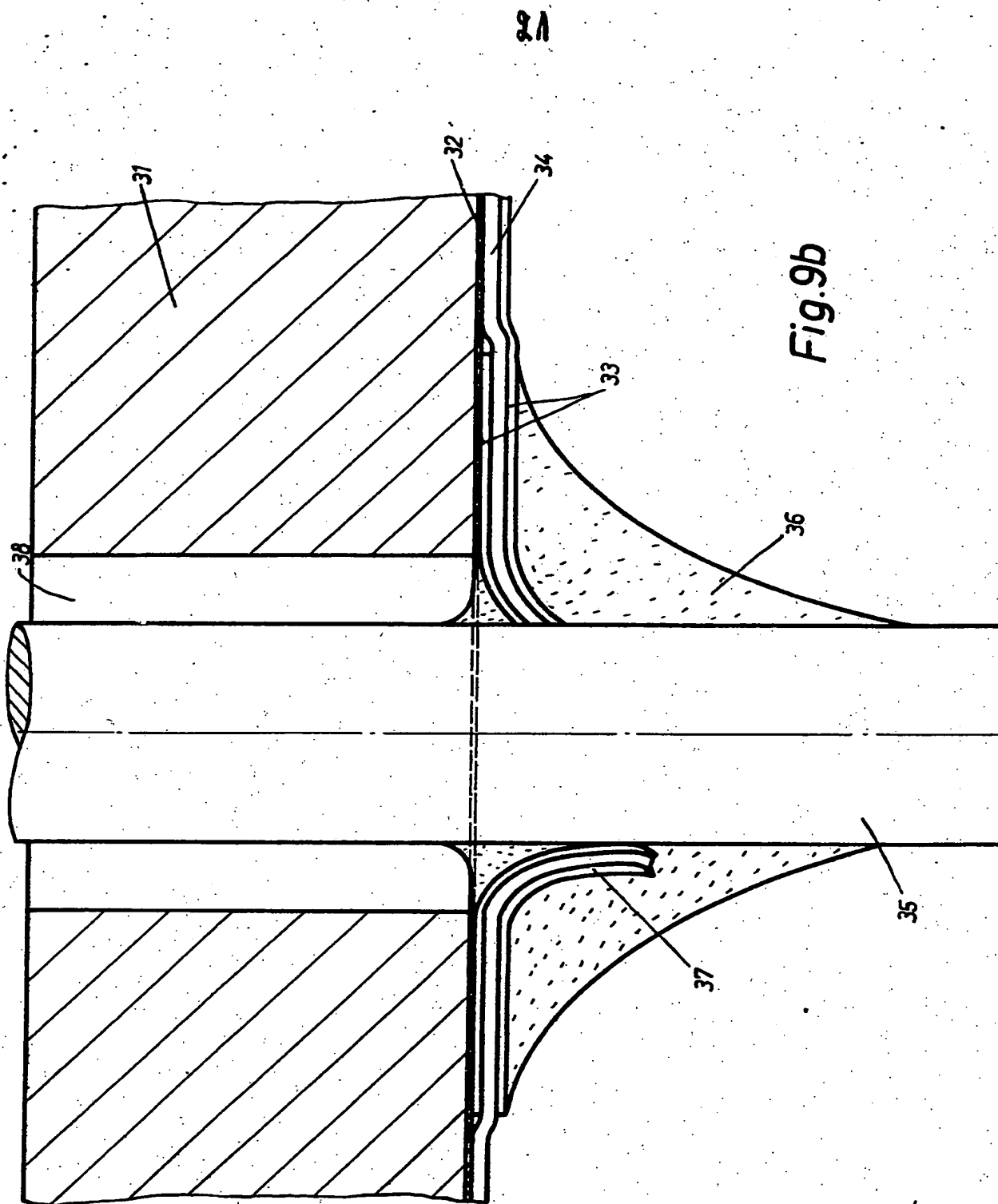


Fig. 8

20

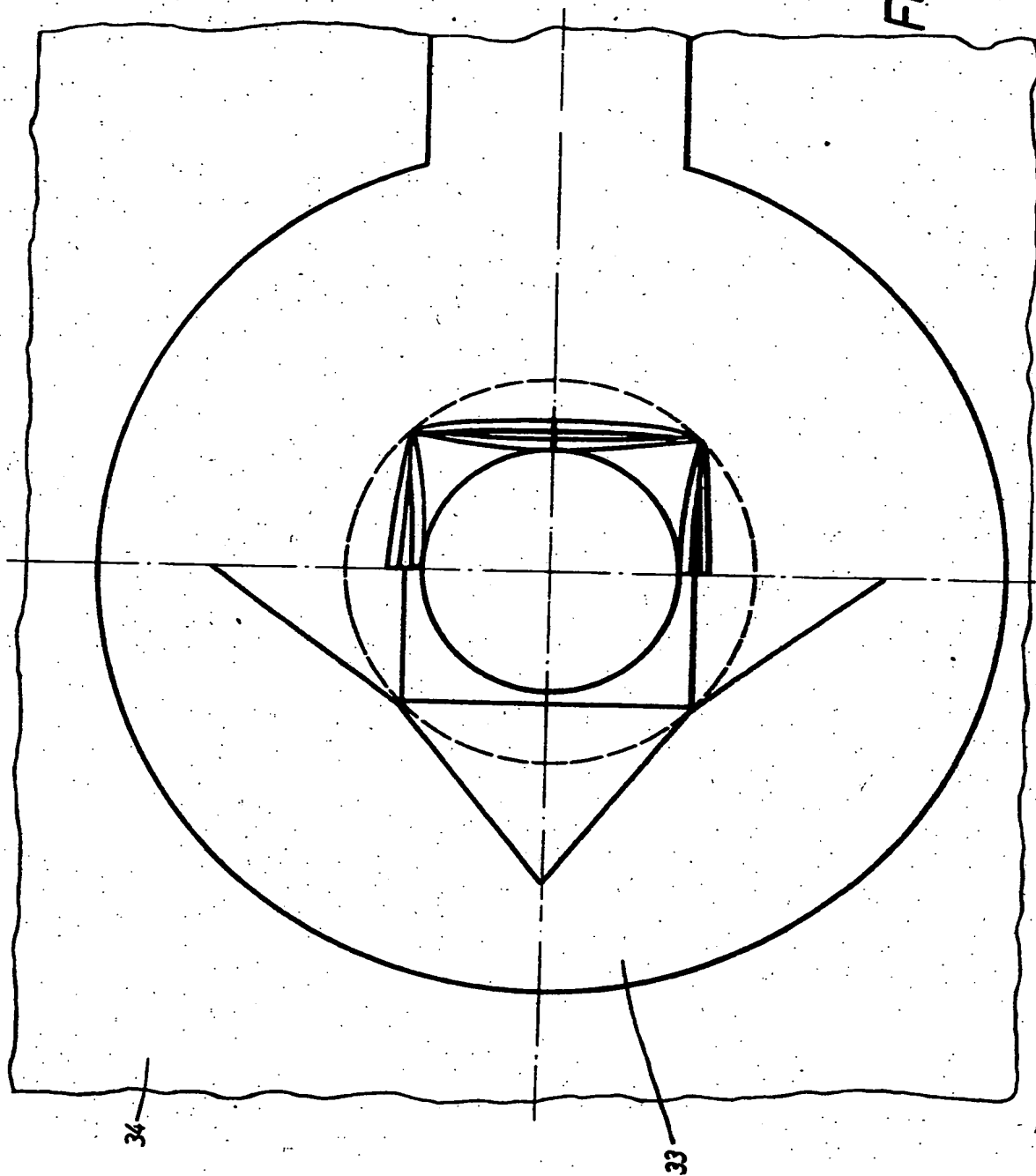
Fig. 9a



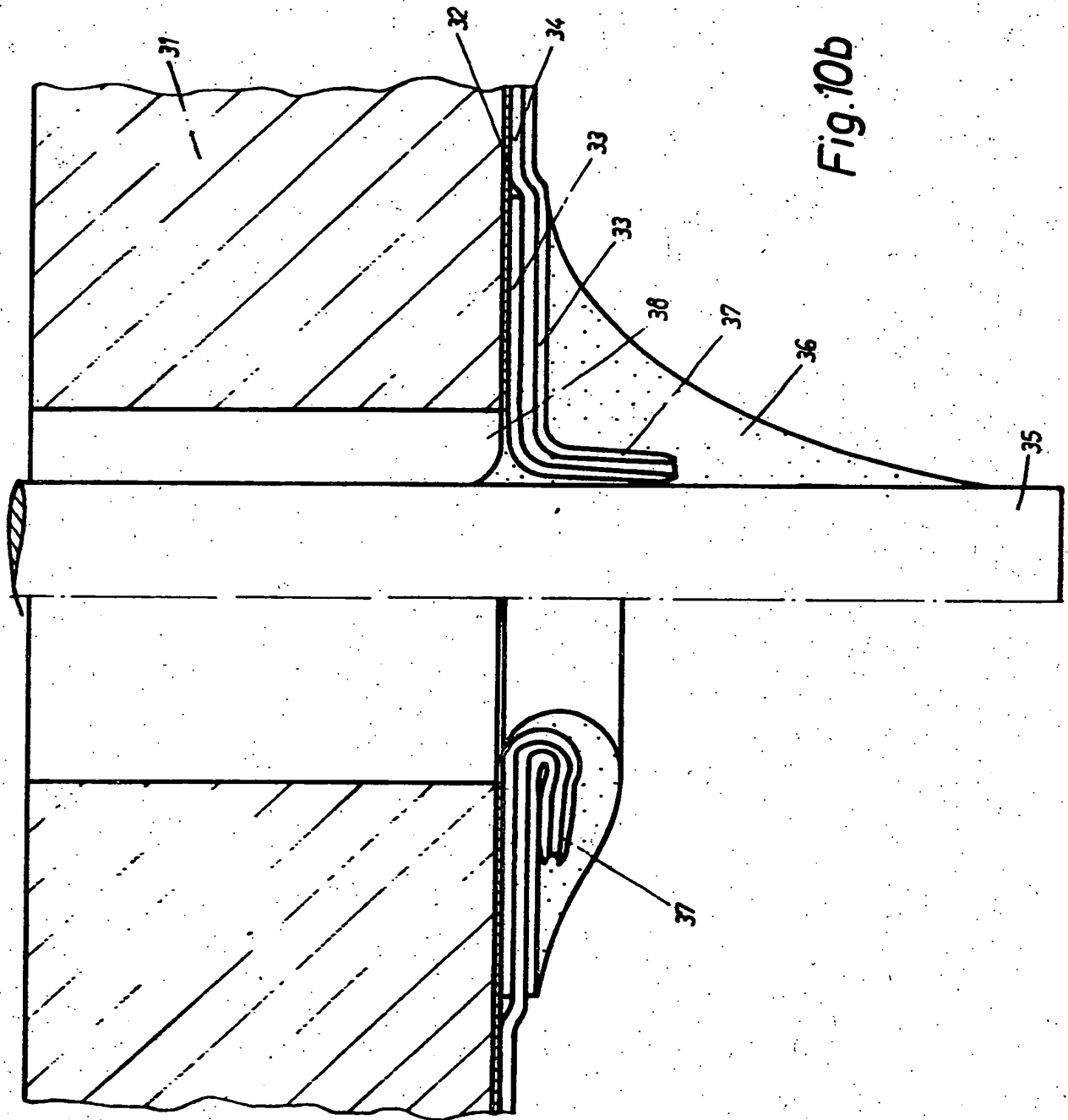


11

Fig. 10a



23



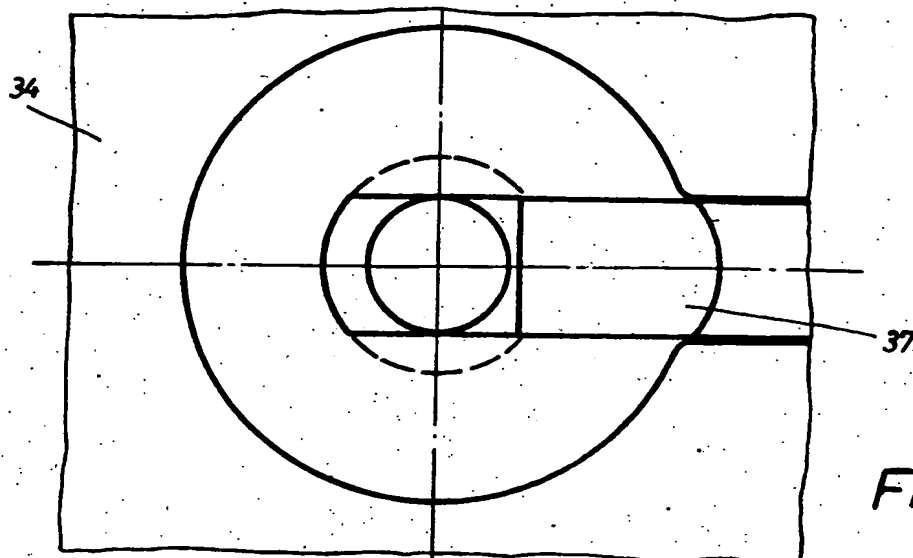


Fig. 11a

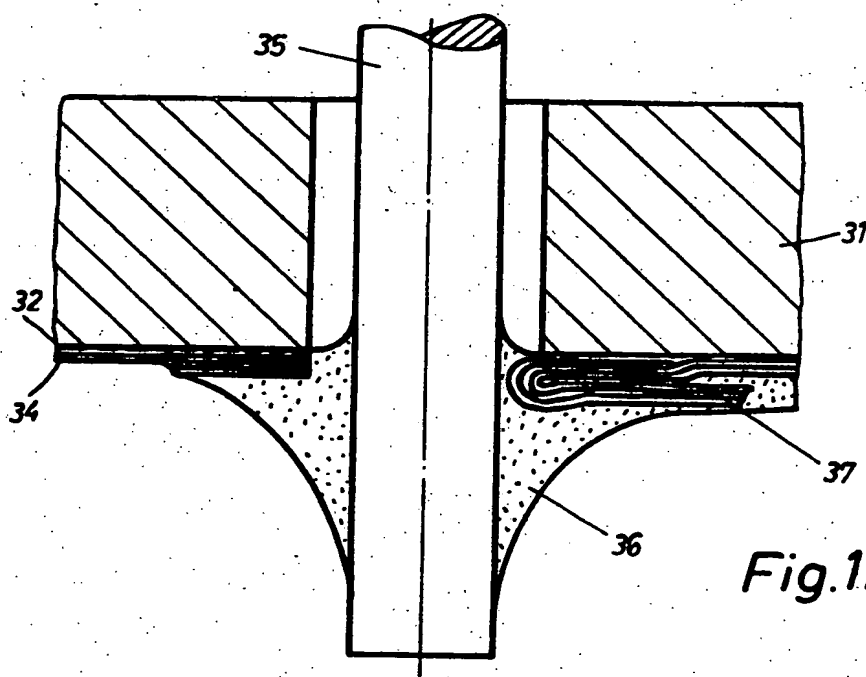


Fig. 11b

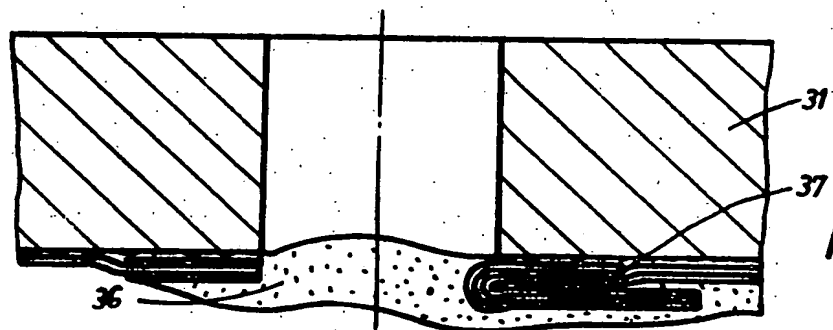


Fig. 12

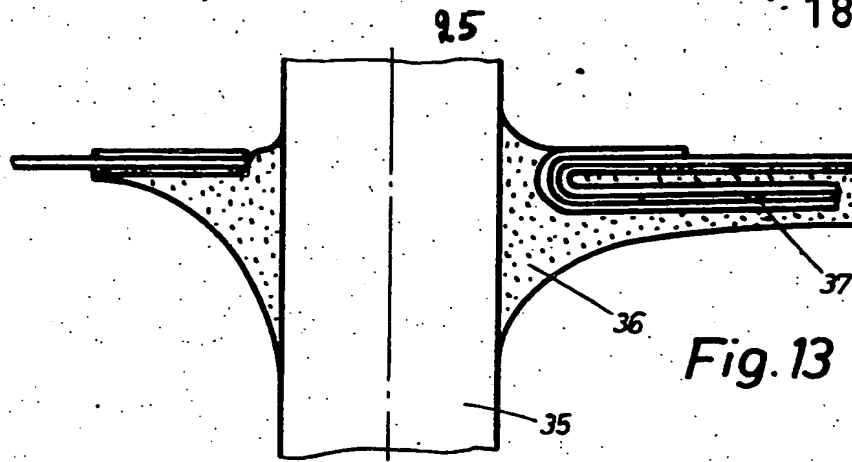


Fig. 13

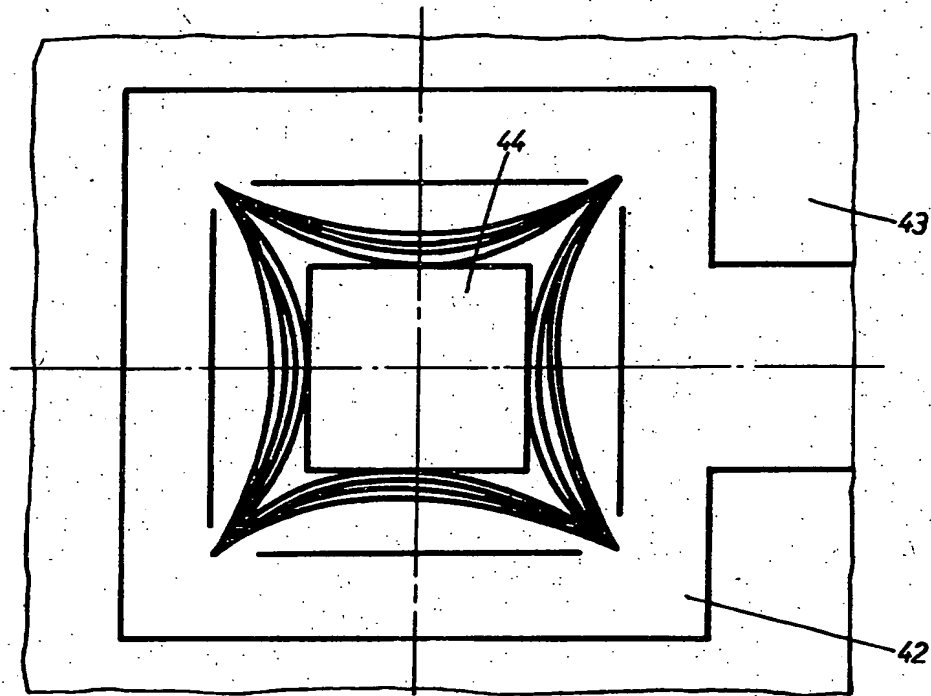


Fig. 17a

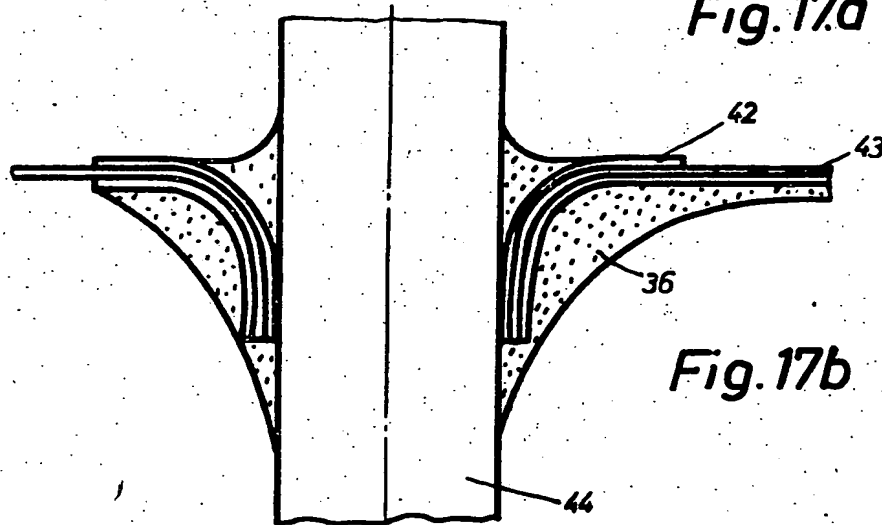
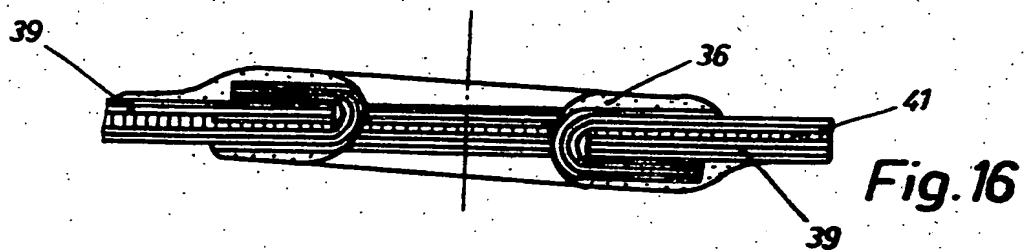
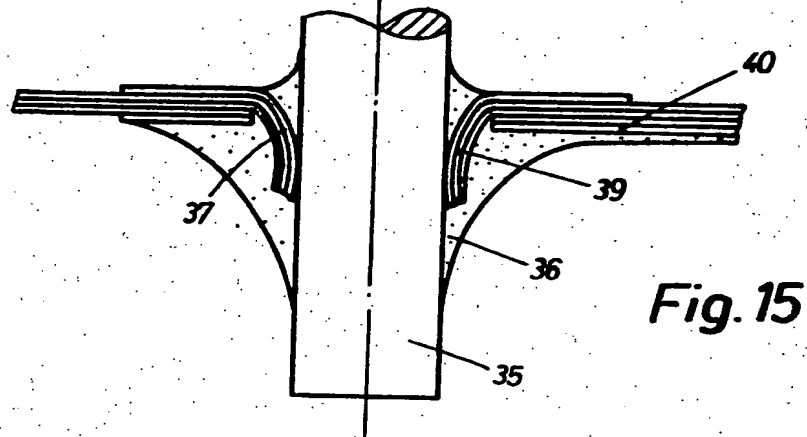
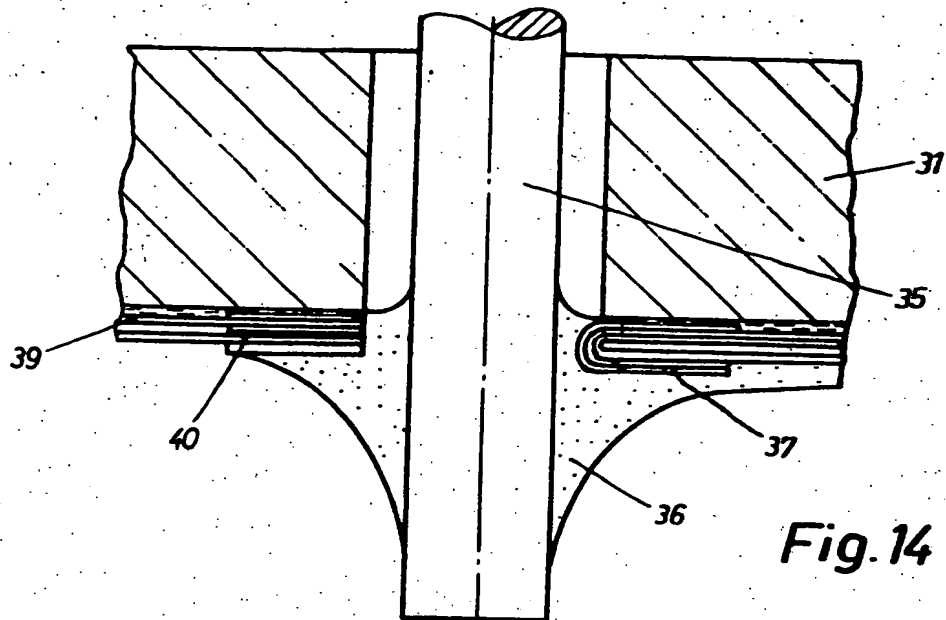


Fig. 17b



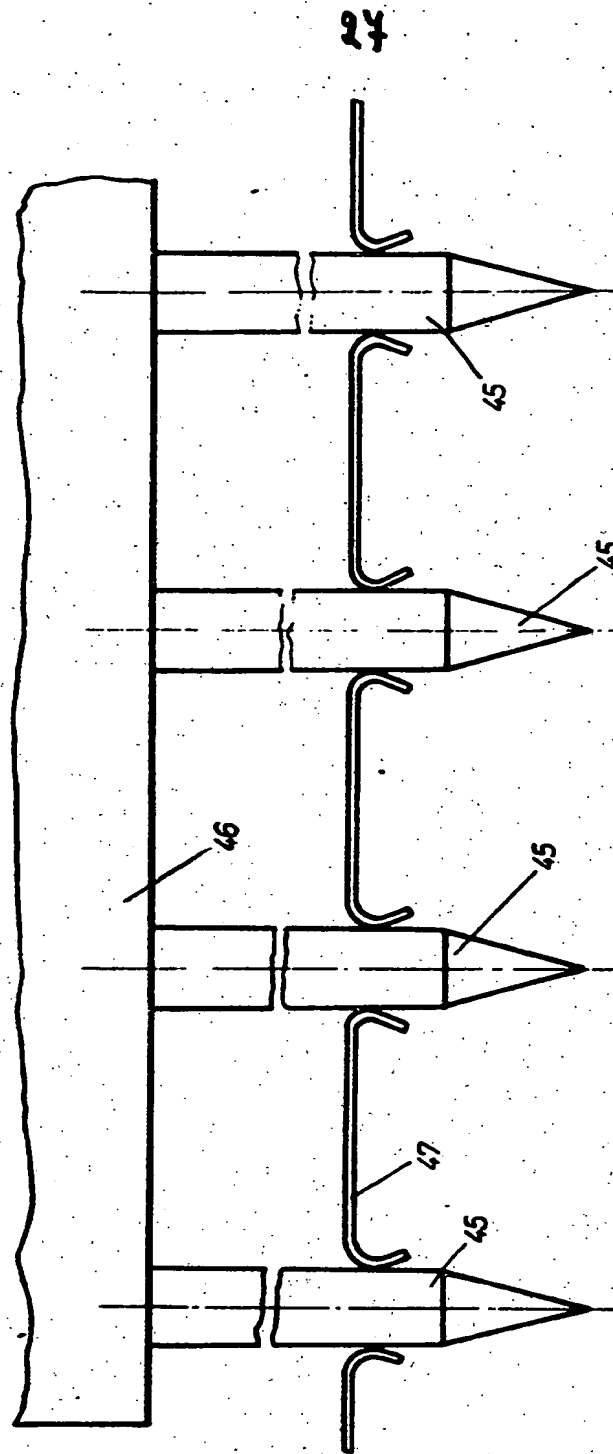
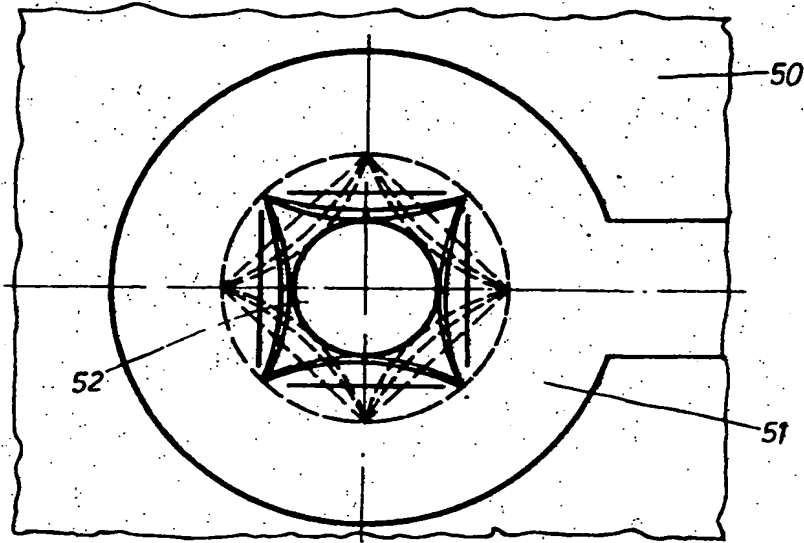
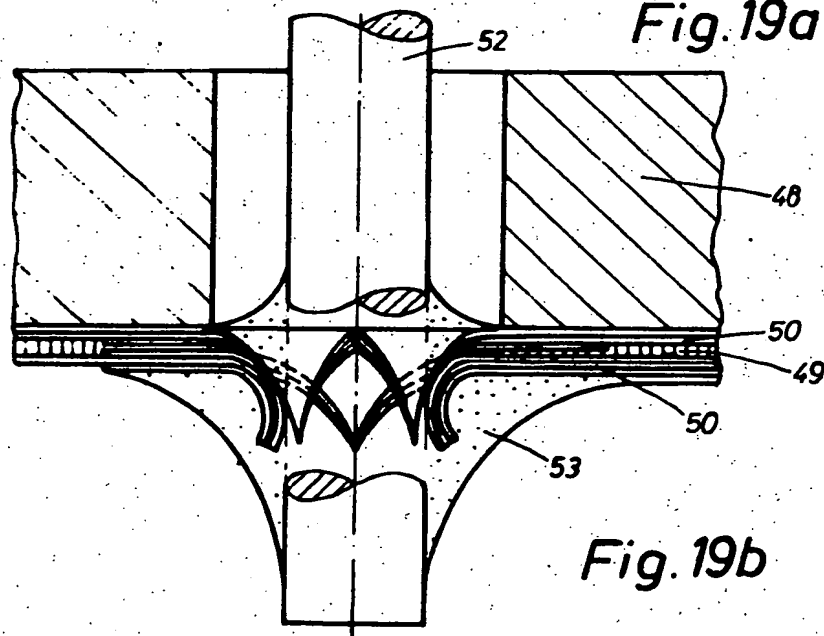


Fig. 18

*Fig. 19a**Fig. 19b*